

基于世界遗产地貌价值的施秉与环江白云岩喀斯特对比研究*

李高聪^{1,2}, 熊康宁², 肖时珍²

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210093;
2. 贵州师范大学中国南方喀斯特研究院, 贵州 贵阳 550001)

摘要: 通过对比环江喀斯特和施秉喀斯特的发育环境、地貌特征和演化特征, 探讨了施秉白云岩喀斯特是否值得提名“中国南方喀斯特”世界遗产地的问题。研究表明, 施秉喀斯特具有与环江喀斯特不同的喀斯特发育环境、不同的地貌特征、不同的演化过程, 与环江喀斯特不存在重复性的问题。同时, 施秉喀斯特因其独有的地貌地层结构——质纯薄层细粒白云岩、典型的树枝状峰丛峡谷喀斯特地貌景观、独特的白云岩开放型演化模式等特征在中国南方喀斯特形态谱系中占有重要地位和价值。因此, 施秉喀斯特的提名, 将会是“中国南方喀斯特”世界遗产在白云岩喀斯特方面极其重要的补充和完善。

关键词: 世界遗产; 地貌价值; 白云岩喀斯特; 对比; 施秉; 环江

中图分类号: G122 文献标志码: A 文章编号: 0529-6579(2014)05-0142-07

Comparison Study of World Heritage Geomorphologic Value of Dolomite Karst in Shibing and Huanjiang

XIONG Kangning^{1,2}, LI Gaocong², XIAO Shizhen²

(1. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China;
2. Institute of South China Karst, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

Abstract: Based on the dolomite karst development environment, geomorphology characteristics and evolutionary features, Shibing Karst was compared with Huanjiang Karst, aiming to determine whether Shibing Karst is worth nominating to South China Karst world heritage. The dolomite karst in Shibing has different development environment, geomorphology characteristics and evolutionary features comparing to that in Huanjiang. The Shibing dolomite karst has occupied an important position and value in karst morphological spectrum of South China, characterized by unique morphogenetic stratum structure – pure, thin and fine – grained dolomite, typical dendritic fengcong – gorge karst landscape and special dolomite open – style evolution model. Therefore, nomination of Shibing Karst would make extremely important supplement and perfection of dolomite karst to South China Karst worle heritage.

Key words: world heritage; geomorphologic value; dolomite karst; comparison; Huanjiang; Shibing

随着第一期“中国南方喀斯特”因满足世界遗产第Ⅶ和第Ⅷ条标准而被成功列入世界自然遗产名录^[1], 第二期“中国南方喀斯特”也于2013年

正式提交联合国教科文组织世界遗产中心。第二期提名地包含了广西桂林塔状喀斯特、贵州施秉白云岩喀斯特、重庆金佛山台原喀斯特, 以及作为荔波

* 收稿日期: 2014-01-10

基金项目: “中国南方喀斯特”第二期申报世界自然遗产项目基金(建城景函[2012]175); 贵州省科学技术基金(黔科合J字[2009]2036号)联合资助项目

作者简介: 李高聪(1987年生), 男; 研究方向: 喀斯特地貌与世界遗产; E-mail: ligaocong2013@163.com;
通讯作者: 熊康宁; E-mail: xiongkn@163.com

喀斯特遗产地拓展的广西环江锥状喀斯特^[2]。世界遗产的意义在于其具有自然或文化价值上的独一无二、不可替代、不可再生的性质^[3]。在二期提名地中，施秉喀斯特以白云岩喀斯特为主要特征，而环江喀斯特的主要造貌碳酸盐岩也含有超过50%的白云岩地层，荔波喀斯特也有大范围条带状白云岩地层出露^[4]。这就表明“中国南方喀斯特”系列遗产中已经具有了白云岩喀斯特的典型代表——荔波-环江喀斯特，而施秉喀斯特的提名引起了世界遗产学术界的争议和探讨。

近年来，文献[1-2, 5-10]先后对荔波喀斯特和施秉喀斯特的地貌世界遗产价值进行了研究，但尚未对两地世界遗产地貌价值进行对比研究。本文选取“中国南方喀斯特”施秉喀斯特和环江喀斯特为研究区，依据世界遗产第八条评价标准，对比分析两地白云岩喀斯特异同，包括喀斯特发育环境、喀斯特地貌特征、喀斯特演化过程等方

面，旨在解决施秉白云岩喀斯特是否值得提名的问题，并为“中国南方喀斯特”世界遗产提名地的选择提供科学依据。

1 研究区概况

施秉喀斯特位于贵州省东部施秉县北部，地处云贵高原东部边缘向湘西低山丘陵过渡的山原斜坡地带。地势北高南低，海拔600~1250 m，属中亚热带季风湿润气候区，年均温16℃，年均降水1220 mm。区内土壤主要为白云岩风化的石灰土，森林覆盖率93.95%。环江喀斯特位于广西环江县西北部，地处云贵高原向广西低山丘陵过渡的山原斜坡地带。地势西高东低，海拔390~1025 m，属中亚热带季风湿润区，年均温16.9℃，年均降水量1675 mm^[11]。土壤为由白云岩、石灰岩及燧石灰岩风化形成的石灰土和硅质土^[12]，森林覆盖率96.6%。

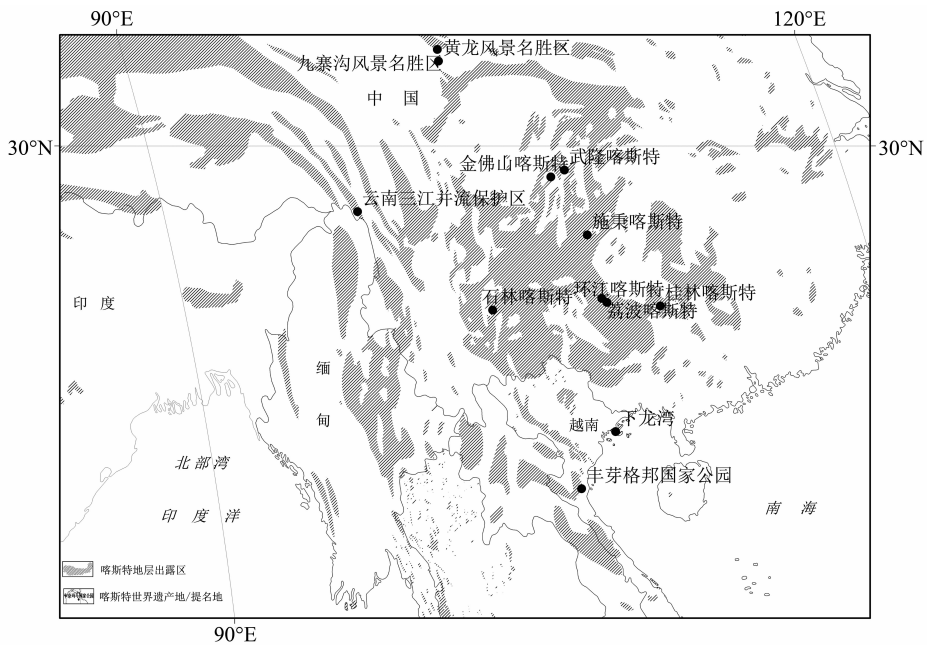


图1 “中国南方喀斯特”遗产地或提名地分布图

Fig. 1 Map of South China Karst World Heritage Sites or Nominated Sites

2 喀斯特发育环境

喀斯特专家先后指出，喀斯特发育与演化主要受岩石性质、地质构造、气候等因素的控制^[13-15]。

2.1 喀斯特地层

施秉喀斯特主要造貌地层是中寒武统高台组(C_2g)白云岩，其上部为灰色薄层细粒白云岩，偶夹厚层块状鲕状白云岩，下部为灰、深灰色薄层

细粒白云岩，近底部普遍有一层4~5 m的灰色鲕状白云岩，总体厚度349~394，出露面积和所占百分比分别为96.65 km²和94.03%。而环江喀斯特主要的造貌地层为北东-南西向交互出露中石炭统大埔组(C_2d)白云岩夹云灰岩和黄龙组(C_2h)石灰岩。大埔组岩性主要为灰白-白色厚层至块状中粗粒白云岩夹白云质灰岩、灰岩或灰岩透镜体，区内厚度216 m，出露面积和所占百分比分别为

35.16 km² 和 49.32%，都较施秉要小。高台组白云岩的 CaO/MgO 比值在 1.39 ~ 1.51^[2]，较大埔组的 1.38 ~ 2.23 纯^[16]。高台组地层属中国南方碳酸盐岩第一沉积旋回，发育在扬子板块上，是稳定热沉降和海平面主体上升期的产物；而大埔组地层属于第二沉积旋回，发育在统一南方陆块上，是海平面主体上升期的产物^[17]。

2.2 地质构造

早震旦世至早奥陶世，施秉喀斯特碳酸盐岩接受沉积。中奥陶世至早志留世，受加里东构造运动影响，产生东西偏北向的镇远枢纽断层。早志留世至晚志留世，施秉再次接受沉积，并呈假整合于下奥陶系地层。泥盆纪至三叠纪，施秉地区地壳再次隆起，而环江地区则下降接受石炭系碳酸盐岩的沉积。侏罗纪至白垩纪，燕山运动强烈改造两区地形，使施秉地区形成 NNE 向的笔架山背斜和多组断层，而环江地区则形成了 NE 向的复式褶皱和多组 NW、NE 向断层^[2]。新生代新构造运动掀斜式抬升的特点，造成了施秉地区中等隆起和环江地区缓慢倾斜隆起的特点。施秉喀斯特主要位于笔架山背斜轴部，岩层倾角 5° ~ 10°^[18]，垂直节理较为发育，控制了施秉树枝状水系的发育，而环江喀斯特则受复式褶皱的控制，岩层倾角 15° 左右^[12]。

表 1 两地喀斯特发育环境对比表

Table 1 Comparative analysis on karst development environment

| 喀斯特发育环境 | 施秉喀斯特 | 环江喀斯特 |
|---------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 地层岩性 | 寒武系白云岩 | 石炭系白云岩 夹云灰岩 |
| 碳酸盐岩沉积旋回 | 扬子板块旋回 | 南方陆块旋回 |
| 构造部位 | 背斜轴部 | 复式褶皱 |
| 结构特征 | 薄层, 细粒, 厚 349 ~ 394 m | 厚层至块状, 中、 粗粒, 厚 216 m |
| CaO/MgO 比值 | 1.39 ~ 1.51 | 1.38 ~ 2.23 |
| 出露面积及 所占比例 | 96.65 km ² , 94.03% | 35.16 km ² , 49.32% |
| 水文地质 | 孔隙水、裂隙水 | 管道水、溶洞水 |
| 水文补给 | 外源水、内源水 | 内源水 |
| 气候特征 | 16℃, 1 220 mm | 16.9℃, 1 675 mm |
| 主要地貌作用 | 侵蚀 - 溶蚀作用 | 溶蚀 - 侵蚀作用 |

2.3 气候因素

就气候条件来看，热带喀斯特最为发育，亚热带喀斯特次之^[13]。施秉和环江同处亚热带地区，喀斯特发育环境也较为优越。气候对喀斯特的影响可分解为降水量、温度、土壤和植被等要素，其

中，降水量是形成地表喀斯特形态的最主要因素^[19]。施秉地区年均降水量丰富，并受上游外源水补给，地表强烈下切，形成了独特的树枝状峡谷水系，地下喀斯特不发育。环江地区则主要受充足的大气降水垂直补给，喀斯特地貌向深性发育，地表水系不发育，而地下水逐渐在东部区域浅埋和出露，并汇入古宾河。从水文地质学的角度看，孔隙水和裂隙水是白云岩地区地貌发育演化的主要水动力，而在石灰岩地区，管道水和溶洞水主导了石灰岩喀斯特地貌的发育。因而，施秉喀斯特具有与环江喀斯特不同的主地貌塑造动力机制，前者是以外源水为主导的地表水系侵蚀 - 溶蚀作用为主，而后者主要为内源水为主导的地下水系溶蚀 - 侵蚀作用。

3 喀斯特地貌特征

3.1 地貌类型

熊康宁根据锥峰和负地形的组合将喀斯特地貌分为峰丛洼地、峰丛谷地、峰丛峡谷、峰林洼地、峰林谷地、峰林溶原、峰林盆地、峰林台地 8 种类型^[20]。施秉喀斯特最醒目的景观主体是峡谷喀斯特，分布面积最大的地貌类型是峰丛峡谷，局部还发育了峰丛谷地、峰林谷地及峰林洼地景观。而环江喀斯特的景观主体为锥状喀斯特，分布面积最大的地貌为峰丛谷地，还分布有峰丛洼地、峰丛峡谷、峰林洼地和峰林谷地地貌类型。由于白云岩的相对不可溶和背斜轴部张节理发育的构造背景，施秉地区还发育了独特的树枝状河道系统——树枝状喀斯特峡谷，区别于石灰岩地区的单一河道型喀斯特峡谷。施秉喀斯特造貌地层的细粒薄层结构区别于环江喀斯特的中粗粒厚层结构，显然后者能够支撑更为挺拔的地貌形态。在施秉白云岩地区，崩塌作用以岩石剥落作用为主，并在边坡两旁或河道中常可见大量的直径小于 10 cm 的落石。而在环江地区则以块状崩塌作用为主，常可见锥峰底部或峡谷地区分布有直径大于 2 m 的巨石。

3.2 洞穴系统

Ford 和 Williams 将喀斯特洞穴定义为管道直径或者宽度小于 5 mm 的岩石溶蚀空间，这个尺寸是地下发生紊流作用的最小尺寸^[14]。在施秉地区，基本未发现大型的洞穴系统，仅在陡崖上分布有一些岩屋和直径小于 1 m 的溶蚀小洞，地下喀斯特不发育。施秉白云岩结构、构造和溶蚀的特殊性使其并未发育地下喀斯特系统，这种特性使其区别于西南地区其他白云岩喀斯特。如贵州绥阳双河洞，

其造貌地层亦为寒武系至奥陶系白云岩地层，平均海拔 670 ~ 1 200 m，平均温度 15.0 °C，平均降雨量 1 200 mm，与施秉几乎具有相同的发育环境，却发育了长度 117 068 m 的巨大洞穴系统^[21]。而在环江喀斯特地区，由于白云岩地层夹杂有石灰岩地层，岩层变得相对可溶，不仅发育了高（950 m）、中（750 m）、低（450 m）三层洞穴系统，而且还因区域侵蚀基准面浅埋，形成众多短小的地下河，发育众多竖井喀斯特地貌单元。

3.3 分布规律

喀斯特地貌的分布除了受控于造貌地层以外，还主要受喀斯特水动力条件的影响。新构造运动使得施秉地区和环江地区抬升至现在的高度以上，并造成了新的水动力分布条件，使得喀斯特地貌继承性和回春发育。在喀斯特地貌回春效应未达及、远

离主排泄基准河、地势较高、渗流带厚度大分水岭地区，如施秉西部、北部、东部高原残留面和环江西部高地，构成了喀斯特地貌继承性发育区，在施秉表现为峰林平原向峰林浅洼、峰林谷地发育，而在环江则呈现出斗淋喀斯特向峰丛洼地发育的特征。在接近主排泄基准河、地势较底、渗流带厚度较小、河流迅速下切的中下游地区，如施秉喀斯特中南部区域和环江喀斯特东部区域，构成喀斯特地貌回春向深性发育区，在施秉表现为峰丛谷地和峰丛峡谷，而在环江则出现峰丛峡谷。整体而言，从分水岭至河流区域侵蚀基准面，施秉呈现出峰林浅洼→峰林谷地→峰丛谷地→峰丛峡谷演替的逆向演化规律，而在环江则呈现出峰丛洼地→峰丛谷地→峰林洼地→峰林谷地→峰丛峡谷的正向演替和局部回春发育的规律（图 2）。

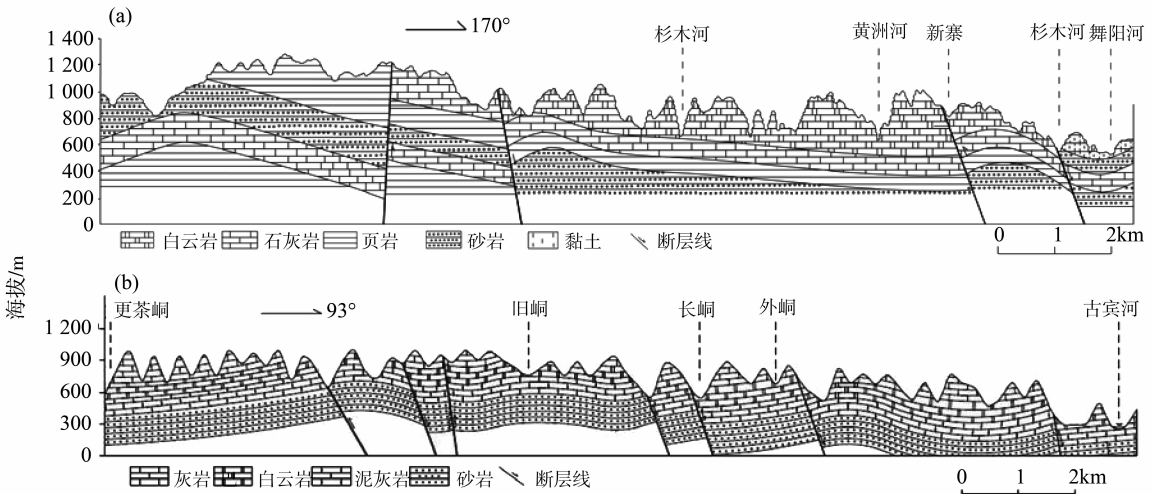


图 2 地貌剖面图：(a) 施秉喀斯特；(b) 环江喀斯特

Fig. 2 Geological and geomorphological profiles across Shibing Karst (a) and Huanjiang Karst (b)

4 喀斯特演化特征

4.1 演化过程

任美镛和刘振中^[13]曾指出，活跃的新构造运动有利于不同时期喀斯特形态的保存，形成我国喀斯特地貌类型和形态的多样性、年代上的久远性等特点。新生代期间，中国南方地区的地质构造轮廓和地形轮廓基本成型^[23]，分别形成了云贵高原向四川盆地、湘中盆地、桂林盆地过渡的三大斜坡型喀斯特发育区（图 3）。施秉和环江分属后两区，因而也具有不同的喀斯特发育环境。白垩纪以来，中国南方可分为 3 次明显的喀斯特化时期，白垩纪 - 中新世、中新世 - 上新世和更新世 - 全新世，在

贵州被称为大娄山期、山盆期和乌江期，具有不同的代表性高程^[23]。施秉峰顶面平均高程在 1 000 ~ 1 100 m 之间，代表了山盆期的古夷平面，而环江峰顶面平均高程为 900 ~ 1 000 m 左右，也代表了相同喀斯特化时期的古剥蚀面。响应区域侵蚀基准面下降的趋势，施秉地区展示了一套独特的白云岩峰林喀斯特向峰丛喀斯特回春发育的演化过程，因其并未发育地下喀斯特系统。环江地区则呈现出峰丛喀斯特向峰林喀斯特演替的正向演化过程，并发育了正常的喀斯特地下河流系统，仅在南部区域有回春现象，区别于施秉喀斯特。

4.2 演化模式

有关喀斯特地貌发育理论研究，近一个世纪以

来,国内外许多研究者展开了广泛的讨论,相继提出“循环演化论”、“地壳上升速度与剥蚀速度对比论”(以卢耀如、张之淦为代表);“同时态系统演化论”(以朱学稳、朱德浩为代表);“时空演化论”(以邹成杰为代表)等观点^[24-26]。但这些观点基本都是构建在质纯石灰岩地层基底之上的喀斯特地貌发育模式,而对于相对不可溶的白云岩或不纯的石灰岩地层则不适用。环江喀斯特的喀斯特

地貌演化遵循于常态的喀斯特演化模式,即遵循峰丛洼地→峰丛谷地→峰林洼地→峰林平原→孤峰与残峰顺序的封闭型喀斯特地貌演化模式。而施秉地区则呈现出一种独特的发育于相对不可溶碳酸盐岩的喀斯特地貌发育演化模式,即峰丛浅洼→峰丛谷地→峰丛峡谷→峰丛坡立谷→冲积平原的开放型喀斯特地貌演化模式,是一种类流水地貌演化模式。

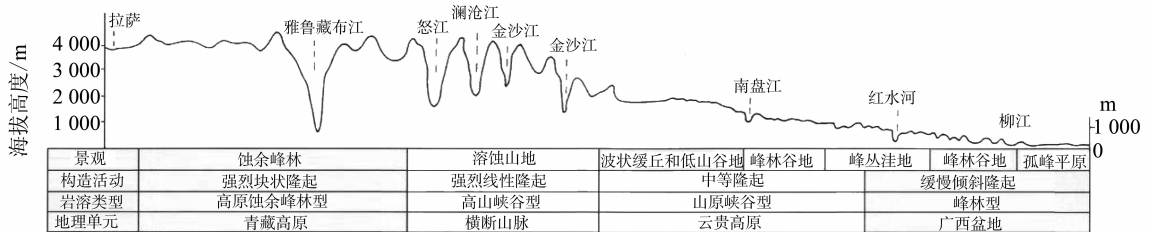


图 3 青藏高原至广西盆地一线地形剖面与喀斯特类型分布^[23]

Fig. 3 Karst types in the region from the Qihai-Tibet plateau to Guangxi basin

5 讨论与结论

世界遗产评价标准viii指的是反映地球演化历史的杰出范例,包括生命的记录、重要的正在进行的地貌演化、重要的地貌形态或自然地理特征。“中国南方喀斯特”申报世界自然遗产是为了向世人展示记录在中国南方喀斯特地层中的地球演化历史,并展示其突出普遍价值。文献[2,8-10]等先后论述了施秉喀斯特所具有的地貌世界遗产价值在于其白云岩的独特性和代表性,而文献[1,5,7,27]等则讨论了荔波喀斯特具有的地貌世界遗产价值在于锥状喀斯特地貌,它代表了中国南方喀斯特的原生地貌^[22]。这是由施秉喀斯特与环江喀斯特所具有不同的发育环境、不同的地貌特征和不同的演化特征所决定的。

1) 施秉喀斯特具有与环江喀斯特不同的喀斯特发育环境。施秉喀斯特的造貌地层为年代更为久远、质纯、大面积分布、厚度较大的薄层细粒白云岩,而环江喀斯特的造貌地层不仅是年代较新、厚度较小的厚层中粗粒白云岩夹云灰岩,还和黄龙组石灰岩交互出露,并未形成规模。施秉喀斯特记录了中奥陶世至早志留世地壳抬升、早志留世至晚志留世接受沉积、泥盆纪至三叠纪地壳再次隆起的历史,具有比环江喀斯特更为悠久的地球演化历史记录档案。施秉喀斯特主要由外源水和内源水的联合补给,主要发育了地表树枝状河流水系,而环江喀

斯特则主要受内源水的补给,极大的影响了喀斯特地貌的发育演化。

2) 施秉喀斯特具有与环江喀斯特不同的地貌特征。施秉喀斯特最醒目的景观在地表为树枝状白云岩峡谷喀斯特地貌,在地下则为小型的溶蚀洞穴,区别于环江喀斯特的地表锥状峰丛谷地喀斯特景观和地下的多层洞穴系统。同时,施秉展示了白云岩喀斯特回春发育景观系列,即从分水岭至区域侵蚀-溶蚀基准面呈现峰林浅洼→峰林谷地→峰丛谷地→峰丛峡谷的回春演替系列,而在环江则主要展示出锥状喀斯特的正向演化景观,即呈现出峰丛洼地→峰丛谷地→峰林洼地→峰林谷地→峰丛峡谷的正向演替系列,仅在南部区域出现回春景观。从地貌类型角度来说,环江喀斯特是对荔波锥状喀斯特地貌的完善和补充,而施秉的白云岩喀斯特,则为“中国南方喀斯特”世界遗产增加了极其重要的白云岩喀斯特地貌类型,这对完善其地貌类型的完整性具有极其重要的意义。

3) 施秉喀斯特具有与环江喀斯特不同的演化过程。从地貌的演化过程来说,施秉喀斯特和环江喀斯特分属云贵高原向湘中盆地和桂林盆地过渡的两大喀斯特发育地区,具有不同的喀斯特演化背景。从古地理的角度来讲,施秉喀斯特记录着早奥陶世至三叠纪的地壳隆起,喀斯特发育→地壳下降,接受沉积→地壳再次隆起,喀斯特再次发育的古生代喀斯特化历史,这是环江地区所无法比拟

的。而到了白垩纪以后，两地共同经历了新构造运动对地形地貌的改造过程，现今还残留有不同高程的古夷平面，在施秉表现为平均高程在 1 000 ~ 1 100 m 之间的古剥蚀面，而在环江则表现为平均高程 900 ~ 1 000 m 的峰顶面。同时，施秉和环江具有不同的喀斯特地貌演化模式：环江具有与常态喀斯特地貌基本一致的封闭型喀斯特地貌演化模式，而施秉则展示出一种独特的白云岩开放型喀斯特地貌演化模式，即峰丛浅洼→峰丛谷地→峰丛峡谷→峰丛坡立谷→冲积平原的开放型喀斯特地貌演化模式，是一种类流水地貌演化模式。施秉喀斯特的加入，将是对“中国南方喀斯特”地貌演化历史和演化模式的重要补充和完善。

4) 中国南方所在的南方板块具有复杂的地球演化历史，塑造现今三级阶梯地形及三维地带性气候条件。从沉积地层论述，中国南方喀斯特地层呈现自北向南，自东向西逐渐变年轻的规律，晚古生

代喀斯特地层沉积面积最广，白云岩类随地层年代的变新而渐次减少；同时，在云贵高原及广西盆地呈现最大面积的裸露型喀斯特分布。从地质构造活动的角度来说，中国南方先后经历了陆块形成阶段、板块活动阶段、板内活动阶段和陆内汇聚阶段，形成了现今西高东低的三级地势。从现代气候条件来说，中国南方喀斯特位于亚热带气候带，不仅受控于亚洲季风气候，还因地形因素气温绝热递减，整体温差呈现由北向南，由西向东增温的规律。从水文系统来看，中国南方喀斯特地区记录着雅鲁藏布江、怒江、澜沧江、长江和珠江等水系演化的历史过程，包括喀斯特地表水系向地下水系转化、地下水系向地表水系转化及地表水系和地下水系相互转化的独特喀斯特水文转换系统。中国南方不同碳酸盐岩地层、不同大地构造背景及不同气候背景控制着不同喀斯特地貌类型的发育及演化过程（图 4）。

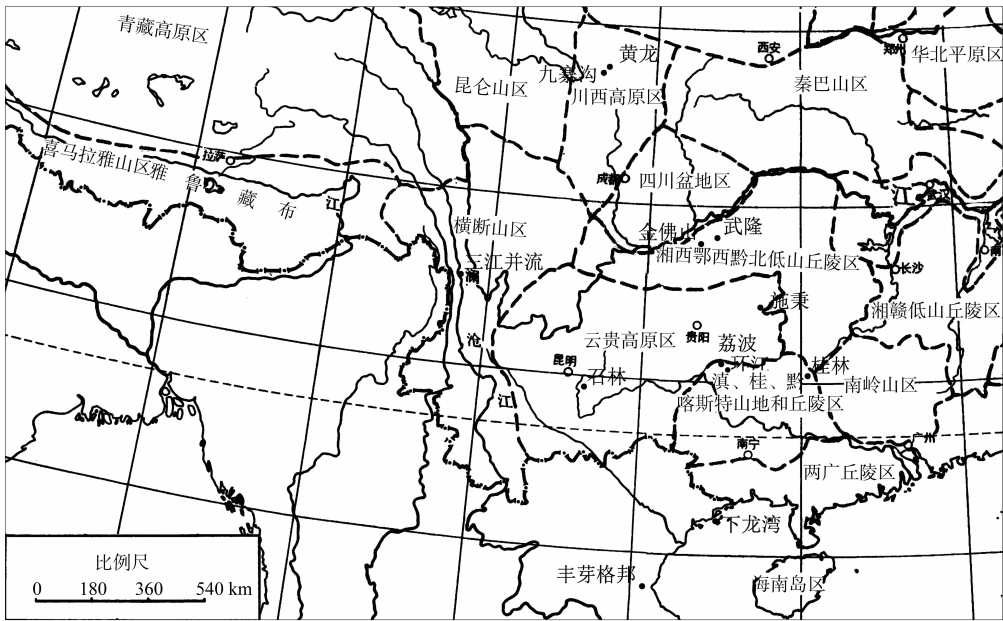


图 4 中国南方地貌分区图

Fig. 4 Geomorphoic zoning map on south China

施秉喀斯特和环江喀斯特在中国南方喀斯特谱系中具有不同的地位和价值。从碳酸盐岩沉积历史的角度来说，施秉白云岩地层代表了早古生代发生在扬子板块上的沉积历史，区别于武隆喀斯特的石灰岩夹白云岩地层，区别于晚古生代发生在统一南方陆块的石林喀斯特、金佛山喀斯特、荔波-环江喀斯特和桂林喀斯特的石灰岩或云灰岩地层沉积历史。从新构造运动对地形地貌的改造作用来说，施

秉喀斯特代表了云贵高原向湘中盆地过渡喀斯特发育区，与其他的云贵高原面发育区，高原边缘发育区，高原向四川盆地、桂林盆地过渡发育区和桂林盆地发育区不同，同时，它们也具有不同海拔高层的喀斯特化夷平面。从喀斯特地貌类型的角度来说，施秉喀斯特展示的是白云岩峡谷喀斯特，区别于云贵高原面上剑状喀斯特、高原边缘的台原喀斯特、高原向低山盆地过渡的武隆天坑地缝喀斯、荔

波-环江锥状喀斯特和低山盆地的桂林塔状喀斯特地貌景观。施秉喀斯特独特白云岩喀斯特,是中国南方喀斯特重要的、不可或缺的重要成分,它将与“中国南方喀斯特”其他几个片区一同谱写中国南方喀斯特地貌发育演化谱系的完美乐章。

参考文献:

- [1] 熊康宁,肖时珍,刘子琪,等. “中国南方喀斯特”的世界自然遗产价值对比分析[J]. 中国工程科学, 2008, 10(4): 17-28.
- [2] 李高聪,熊康宁,肖时珍,等. 施秉喀斯特地貌世界遗产价值研究[J]. 热带地理, 2013, 33(5): 562-569.
- [3] 熊康宁,肖时珍. 世界遗产与赤水丹霞景观[M]. 北京: 高等教育出版社, 2012.
- [4] 毛志中,张波. 茂兰喀斯特森林地质特点[J]. 贵州农学院学报, 1987(2): 51-63.
- [5] 肖时珍. 中国南方喀斯特发育特征与世界自然遗产价值研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2008.
- [6] 田述军. 荔波世界自然遗产地锥状喀斯特地貌形成与演化研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2008.
- [7] 陈品冬,熊康宁,肖时珍. 中国荔波锥状喀斯特世界自然遗产价值全球对比分析[J]. 地理研究, 2013, 32(8): 1517-1527.
- [8] 熊康宁,刘子琦,陈品冬. 施秉喀斯特发育的世界自然遗产价值全球对比分析[C]//中国地质学会洞穴专业委员会. 全国第十五届洞穴学术会议论文集. 广西: 中国地质科学院岩溶地质研究所, 2009.
- [9] 刘子琦,熊康宁,张乾柱,等. 世界遗产提名地施秉喀斯特地貌演化特征分析[C]//中国地理学会. 中国地理学会 2011 年学术年会暨中国科学院新疆生态与地理研究所五十周年庆典论文摘要集. 乌鲁木齐, 2011.
- [10] 李世奇,熊康宁,苏孝良,等. 世界自然遗产提名地施秉喀斯特地貌及其演化[J]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2012, 30(3): 12-17.
- [11] 蒙蒙,蒙大鹏,覃文更. 广西木论国家级自然保护区野生动物损害农作物监测与对策[J]. 广西林业科学, 2012, 41(02): 196-198.
- [12] 郑颖吾. 木论喀斯特林区概论[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [13] 任美镔,刘振中主编. 岩溶学概论[M]. 北京: 商务印书馆, 1983: 53-60.
- [14] FORD D, WILLIAMS P. Karst hydrology and geomorphology[M]. London: Unwin Hyman, 2007.
- [15] 袁道先,朱德浩,翁金桃,等. 中国岩溶学[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [16] 张之淦. 岩溶发生学[M]. 桂林: 广西师范大学出版社, 2006: 142.
- [17] 刘宝珺,许效松,徐强,等. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [18] 地质部贵州省地质局一零八队. 区域地质测量报告书-G-49-VII-镇远幅[R]. 贵阳: 贵州省地质矿产局, 1965.
- [19] 尤联元,杨景春. 中国地貌[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 350-351.
- [20] 熊康宁. 新构造运动对锥状喀斯特发育的影响[J]. 贵州地质, 1996, 13(2): 181-186.
- [21] 李坡,贺卫,钱治品,等. 双河洞地质公园研究[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 2008: 1-15.
- [22] 熊康宁. 关于锥状喀斯特与塔状喀斯特的水动力成因过程——以黔中地区为例[J]. 中国岩溶, 1994, 13(3): 237-246.
- [23] SWEETING M M. Cone and tower Karst of South China[J]. Geography Review, 1989, 3(2): 2-6.
- [24] 卢耀如. 中国喀斯特地貌的演化模式[J]. 地理研究, 1986, 4(5): 25-35.
- [25] 邹成杰,何宇彬. 喀斯特地貌发育的时空演化问题初论[J]. 中国岩溶, 1995, 14(7): 49-59.
- [26] WALTHAM TONY. 关于“峰丛”、“峰林”与“锥状喀斯特”及“塔状喀斯特”涵义的比较与认识[J]. 中国岩溶, 2009, 28(4): 355-368.
- [27] 田述军. 荔波世界自然遗产地锥状喀斯特地貌形成与演化研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2008.